

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-089336  
 (43)Date of publication of application : 23.04.1987

(51)Int.Cl. H01L 21/66  
 G01N 21/88  
 H01L 21/68

(21)Application number : 60-228637  
 (22)Date of filing : 16.10.1985

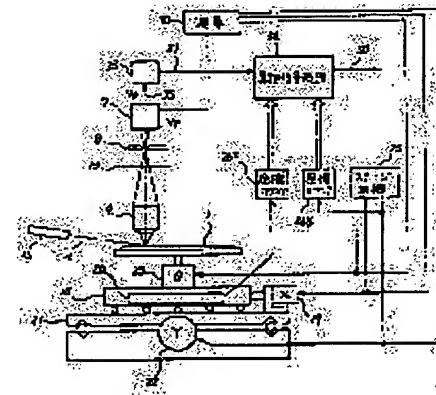
(71)Applicant : HITACHI LTD  
 (72)Inventor : OSHIMA YOSHIMASA  
 KOIZUMI MITSUYOSHI  
 YAMAUCHI YOSHIHIKO

## (54) INSPECTING DEVICE FOR SEMICONDUCTOR WAFER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable an inspection of a foreign matter and a pattern defect in high sensitivity and at high reliability by a method wherein the foreign matter or the pattern defect is detected at the level that the circuit pattern is not misdetected, the detected result is compared with the inspected result immediately before the detection and the information detected at the same place is decided to be a false information due to patterns.

CONSTITUTION: A wafer 1 is irradiated with an S polarized laser beam 4 and the reflected light is condensed by an object 9 and is detected by a photoelectric converter 7. Moreover, an analyzer 13 for shielding the S polarization component of the reflected light and a slit 8 for limiting the range of detection are inserted in the detecting optical path. The wafer 1 is scanned in X and Y directions respectively by X and Y stages 18 and 21 for being inspected its whole surface, is further adjusted by a motor 23 so that an angle  $\theta$  between the wafer and the X table scanning direction becomes 0 and the positioning in the X and Y direction is executed before starting an inspection in such a way that even though the wafer is replaced, a test pattern and an alignment pattern are displayed on the same coordinates each time. A foreign matter signal processing circuit 34 excludes an actual foreign matter signal 50 as a false information in case even information related to the wafer inspected last exist in the contents of coordinate counters 26x and 27y at the time a foreign matter signal 37 come.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭62-89336

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>  
 H 01 L 21/66  
 G 01 N 21/88  
 H 01 L 21/68

識別記号

厅内登録番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)4月23日

7168-5F  
 7517-2G  
 7168-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 半導体ウェーハ検査装置

⑮ 特願 昭60-228637

⑯ 出願 昭60(1985)10月16日

⑰ 発明者 大島 良正 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 発明者 小泉 光義 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 発明者 山内 良彦 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑰ 代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明細書

## 1. 発明の名称

半導体ウェーハ検査装置

## 2. 特許請求の範囲

1. ウェーハ上の少なくとも2箇所のパターン位置を検出する測定手段と、測定結果に基づいて前記ウェーハのX、Y、Z方向の位置補正量を算出する演算回路と、X、Y、Z位置補正機構より成るウェーハ位置補正手段を備える半導体ウェーハ検査装置。
2. 前記測定手段は光学的測定手段であり、該光学的測定手段の対物レンズと光源検出器とパターン照明器とを半導体ウェーハ検査装置の本体と共にしているとともに、前記測定手段と同様の測定手段と、前記演算回路と、前記位置補正機構より成るウェーハ位置補正手段を備える半導体ウェーハ検査装置。
3. 発明の範囲を説明  
 (発明の利用分野)  
 本発明は、半導体LSIウェーハ、特にLSI製造中間工場でのパターン付ウェーハ上の欠陥(微小異物やパターン欠陥)を高精度、高信頼

度で検出するのに好適な半導体ウェーハ検査装置に関する。

## (発明の背景)

従来のウェーハ上の異物検査装置では、(1)レーザ光の一次元高速走査と試料の高速往復移動の組合せや、(2)試料の高速回転と並進低速移動との組合せによつて現状検査を用いて、試料全面の検査・検出を行なっている。又、特開昭57-60546号公報記載の従来技術では、自己走行一次元光電变换素子アレイの電気的走査と試料位置移動を組合せて上記(1)と同様の走査を実現している。更に、最新半導体工場自動化システム技術発展、第7節評化システムに記載の従来技術では、試料ウェーハの半径位置に自己走行一次元光電変換素子アレイを配置し、これと試料の回転運動とを組合せて上記(1)と同様の走査を実現している。

しかし、上記従来技術の方法は、試料上にレーザ光を照射し、その散乱光を検出しているため、パターンが生成されたウェーハでは、異物と

BEST AVAILABLE COPY

特開昭62-89336 (2)

同時にバーナーも検出されてしまい、バーナー付ウェハには適用できないといふ不適合がある。

15ノ角鏡の中間工程でのバーナー付ウェハ上の異物検査作業、製品歩留り向上、信頼性向上の為に不可欠である。この作業の自動化は、特開昭55-149629 号の他、特開昭54-101390号、55-94145号、66-30630号等の一連の公開特許公報に示されている様に、偏光を利用して検出方法により実現されている。この原理を第9回～第11回を用いて説明する。

第9回に示す如く、照明光4をウェハ1表面に対して傾斜角度αで照射したのみでは、バーナー2と異物3から同時に散乱光5と散乱光6が発生するので、バーナー2と異物3とを分別して検出するととはできない。そこで照明光4として、偏光レーザ光を使用し、異物3のみを検出する工夫を行なっている。

第10回に示す如く、ウェハ1上に存在するバーナー2に5偏光レーザ光4を照射する。(ここでレーザ光4の強度ベクトルはウェハ表面

に平行な場合を5偏光レーザ振幅と呼ぶ。)一般に、バーナー2の表面凹凸は機械的に見ると照明光の波長に比べ十分小さく、光学的干渉らかであるので、その反射光5も5偏光成分はが保たれる。従って、5偏光遮光の検光子10を反射光5の光路中に挿入すれば、反射光5は遮光され、光電変換素子7には到達しない。一方、第10回に示す如く、異物3からの散乱光6には5偏光成分は加えて、5偏光成分はも含まれる。これは、異物3表面は粗く、偏光が解消される結果、P偏光成分はが発生するからである。従って、検光子10を通過する5偏光成分14を光電変換素子7により検出すれば異物3の検出が可能となる。

ここでバーナー反射光は、第9回に示す様に、レーザ光4に対してバーナー2の長手方向となす角度が直角の場合には、反射光5は検光子10により完全に遮光されるが、この角度が直角と異なる場合は完全には遮光されない。この考察は計測自動制御学会論文集Vol.17, No.2, P232

. 4 .

計測的考察を考慮すると、 $\alpha = 1^\circ \sim 3^\circ$ が最適である。

ここで、レーザ光振幅を左右から2個用いているのは、異物3を有する散乱光を発生する異物に対して安定な検出を可能とする目的からである。

次に、この検出原理を用いた異物検査方法を第15回～第18回で説明する。

第15回に示す様に、検出範囲を制限する為にスリット8を試料結像面に設ける。これによりスリット8の開口部の試料上への投影面積S<sub>0</sub>の範囲内の散乱光のみが一箇所に検出されるので、この面積内でのバーナー反射光P成分の積算強度P<sub>0</sub>に比べて異物散乱光P成分P<sub>1</sub>が十分大きければ、異物3が安定に検出できる。故に、この面積S<sub>0</sub>を、検出すべき異物の大きさく(2～6mm)と同程度の大きさにすれば、検出感度が最高となる。しかし、第16回に示す様に、面積が小さいとそれだけ走査回数が多くなり、長時間の検査時間が必要となる。逆に開口面積S<sub>0</sub>を

. 5 .

-162-

. 6 .

BEST AVAILABLE COPY

特開昭62-89338(3)

大きくすると、短時間検査できるが、検出感度が劣化する結果となる。この様子を第18図用いて説明する。

第17図ではウェハ表面の平面図と断面図を示す。パターン2はパターンの傷かな曲みや、レーザ光の照射方向に対して直角以外の角度を有する箇所があり、この箇所の各々から僅かな散乱光P成分14aが発生する。一方0.5~2μm程度の大きさの小異物3aと2μm以上の大異物3bから、上記パターン箇所の各々に比べて大きな強度のE成分14bが発生する。

第18図は鏡面0.5μmが試料上を走査した場合の光電変換素子7の信号出力を示す。同図(a)ではP成分14a及び14bの試料上の分布を示す。この分布上を鏡面0.5μmが走査すると、同図(b)に示す出力を得る。この例では小異物3aとパターン2のエッジからの出力が同一であるので、強度で示す値はこの出力より高い位置に設定せざるを得ない。この結果、欠陥信号は大異物3bの出力を設定される。

.7.

在する箇所によりその形状が微妙に異なる。従って検査する必要のないテストパターン16により欠陥検出感度が制限されている。

#### 【発明の目的】

本発明の目的は、テストパターンやアライメントパターン等の虚偽を除去し、微小な異物やパターン欠陥を高感度で検査する半導体ウェハ検査装置を提供することにある。

#### 【発明の概要】

テストパターンやアライメントパターンは、ウェハ(レクトル、フォトマスクを含む)の品種ごとに同一箇所に配置されている。回路パターンを誤検出しないレベルで異物あるいはパターン欠陥を検出し、以前に検査した同一品種ウェハの検査結果と比較すると、テストパターンやアライメントパターンによる虚偽はウェハが同一品種の場合には必ず同じ箇所で検出される。一方、異物あるいはパターン欠陥は確率的に同一箇所で検出されることは少ないもので、同一箇所で検出されたものをテストパターンやアライ

メントパターンによる虚偽であるとして検査結果から除外することにより、高感度かつ高信頼度な異物あるいはパターン欠陥の検査が可能となる。

パターン欠陥検査の場合にも上記の事情は同様である。テストパターン16は回路パターン14に比べ異なる。これらは回路パターン14外にあり、その機能はもとより本発明の機能とは異なるが、検査を行なう必要はないが、これらが存在するためには異物検出性能を劣化させた状態で検査せざるを得ない。感度を高くすると、テストパターンやアライメントパターンが虚偽となってしまう。

パターン欠陥検査の場合にも上記の事情は同様である。

テストパターン16は回路パターン14に比べ異なる。

条件で作られているため、存

.8.

メントパターンによる虚偽であるとして検査結果から除外することにより、高感度かつ高信頼度な異物あるいはパターン欠陥の検査が可能となる。

この為、異物検出の前にウェハの位置を検出し、位置の校正を行う必要がある。そこで、本発明の半導体ウェハ検査装置は、試料ウェハ上の少なくとも2箇所のパターン位置を検出する測定手段と、測定結果に基づいてX、Y、Z方向のウェハの位置補正量を演算する演算回路と、X、Y、Z位置補正機構より成るウェハ位置校正装置とを備える。

#### 【発明の実施例】

以下、本発明の一実施例を以て説明する。図を参照して説明する。尚、異物を検査する場合について述べるが、パターン欠陥を検査することも同様にできる。

第1図は異物検査装置の構成図である。ウェハ1を5倍光レーザ光4により照射し、反射光を対物レンズ5で集光し、光電変換素子6で検

.9.

-163-

.10.

BEST AVAILABLE COPY

特開昭62-89336 (4)

出する。また検出光路中には、反射光の 9 倍光成分を遮光する板光子 10 と、検出範囲を制限するスリット 8 を挿入してある。

ウェーハ 1 は、その位置を検査するために、X ステージ 10 及び Y ステージ 11 により六々メ。Y 方向に走査する。X ステージ 10 はモータ 19 により、Y ステージ 11 はモータ 22 により駆動される。ここで、ウェーハの走査を、第 16 図に示した如くするのに、X 方向には連続送り、Y 方向には間欠送りとする。X ステージ 10 は連続送りでかつ高速移動が要求されるが、モータ 19 には通常直進モータを使用する。また X 方向のステージ座標を知るために X = アスケール等のポジションセンサ 20 が必要となる。Y ステージ 11 は間欠送りで高速移動が要求されないが、モータ 22 は通常ステップモータを使用し、Y 方向ステージ座標はステップモータ送り量から知ることができる。25 はステージ駆動回路であり、モータ 19 とモータ 22 を制御して第 16 図に示したようなウェーハ走査を行なう。このとき X 方向走査とウェーハ

.11.

検査したウェーハでも存在した場合には、検出した異物は強度であるとして異物信号 m<sub>0</sub> をインヒビット（除外）する。この機能を実行するには、ウェーハが入れ替わってもテストパターンやアライメントパターンが各個同じ座標となる必要があり、このため検査開始前にウェーハの X と Y 方向の位置合わせを行なう。

ウェーハ位置合わせの一例を第 5 図に示す。同図に示すように照明ランプ 26、ハーフミラー 27、28 および AD カメラ等のイメージセンサ 29 を異物検出光学系内に挿入する。尚、まったく別な光学系としても良いが、異物検出光学系の対物レンズ 30 を共用した方が、光学系がコンパクトになる。照明ランプ 26 によりウェーハ 1 走査を照明し、対物レンズ 30 によるウェーハパターン拡大像をイメージセンサ 29 で検出する。検出するウェーハパターンはアライメントパターン 31 又は任意の特定パターンであるが、第 4 図に示すように、A、B 2 領域で検出する。一例として、イメージセンサ 29 が AD カメラ、検出パターン

パターン方向とが平行になるようにモータ 22 を駆動し、ウェーハ回転方向を調整する。この場合、予めアライメントパターン 31 の位置を検出し、回転方向の位置ずれを後述のように測定する。

26、27 は座標カウンタであり、各々がジャッキーンセンサの出力と、Y 方向間欠送り数をカウントする。

28 は 2 倍化回路であり、光電変換素子 7 の検出信号 m<sub>0</sub> を 2 倍化して、異物信号 m<sub>0</sub> を発生する。2 倍化は第 2 図に示すように、検出信号 m<sub>0</sub> を閾値 m<sub>0</sub> と比較することにより行なうが、このとき閾値 m<sub>0</sub> のレベルは、回路パターン検出信号 m<sub>0</sub> を 2 倍化せず、テストパターンあるいはアライメントパターン検出信号 m<sub>0</sub> と微小異物検出信号 m<sub>0</sub> を 2 倍化するレベルに設定する。

第 1 図の異物信号処理回路 24 は、検出した異物が強度であるか否かを判断し、強度の場合は異物信号 m<sub>0</sub> を出力しないようにする。座標の除去は次のように行なう。異物信号 m<sub>0</sub> が来たときの座標カウンタ値 x<sub>0</sub>、y<sub>0</sub> の内容が、前に

.12.

が検定パターンの例としてガードラインローナである場合を第 5 図、第 6 図で説明する。まず点 1 でガードラインローナ 32 を検出し、アカメラ内蔵集積回路とのずれ  $\Delta x_1$ 、 $\Delta y_1$  を求める。次に X テーブル 10 を移動させ、点 2 におけるずれ  $\Delta x_2$ 、 $\Delta y_2$  を求める。移動量はチップサイズの整数倍である。2 回分でのずれ量を求ねたら、移動量  $x_m$  と各ずれ量により、ウェーハパターンと X テーブル走査方向の角度  $\theta = (\Delta y_2 - \Delta y_1)/x_m$  を求め、これが等となるようにモータ 22 を駆動する。次に  $\Delta x_1$ 、 $\Delta y_1$ （又は  $\Delta x_2$ 、 $\Delta y_2$ ）が等となるようにモータ 19、モータ 22 を駆動する。これ等の位置補正の演算は、検査回路 20 で行なう。その座標カウンタ値 x<sub>0</sub> 及び y<sub>0</sub> をゼロタリードしてやれば、ウェーハが入れ替わっても、テストパターンやアライメントパターンを常に同じ座標として検出することができる。

テストパターンやアライメントパターンを虚報として除去する方法を第 7 図により説明する。

異物メモリ 33 は、前に検査したウェーハにおける

.13.

—164—

.14.

BEST AVAILABLE COPY

特開昭62-89336 (5)

る検出異物（虚偽も含む）の座標の値を記憶しておく。異物信号が発生したとき、座標カウンタ回路、カウントの値をラッピング、ロードストップする。同時に、異物メモリ38の内容を順次読み出し、ラッピング、ロード一時ストップする。ラッピングとラッピングの差の絶対値を、演算回路46で算出し、X方向座標のずれを求める。このずれ量と許容値 $\epsilon_x$ とを比較回路48で比較し、ずれ量が許容値 $\epsilon_x$ 以下のときに一致信号を出力する。同様に演算回路46で、Y方向座標のずれを求める。比較回路46でY方向のずれ量と許容値 $\epsilon_y$ と比較し、ずれ量が許容値 $\epsilon_y$ 以下のときに一致信号を出力する。そして、X方向ゲート44で比較回路46と比較回路48の出力の論理積をとり、インバータ46でY方向ゲート44の出力を反転させる。異物メモリ38の中から検出した異物と同じ座標の値が記憶されていれば、インバータ46の出力は“0”となる。Y方向ゲート44でインバータ46出力と異物信号37の論理積をとると、前に検査したウ

. 15.

検査終了後に異物メモリ38とともに1組の異物メモリと共に記憶されている異物座標を各々の異物について比較することにより、上述方法と同様な機能にすることができる。

尚、第3図～第6図で説明した光学的位置合せは、必ずしも必要でないが、組合せとしてのウェハ外形座標単位位置合せは最低限必要である。検査前にウェハ外形座標の位置合せを行ない、図3図に示した許容値 $\epsilon_x, \epsilon_y$ を大きくすれば、光学的位置合せと同様の機能を有することができる。

ウェハパターン欠陥検査の場合にも、確認系、検出部及び検出信号処理回路が変更するのみで、上述効果が得られることは明白である。

以上のように、前に検査したウェハと同一座標に存在したものは、テストパターンやライメントパターンであるとして異物信号として出力しないようにしてることにより、異物検出精度を向上させることができる。

〔検査の効果〕

. 17.

-165-

. 18.

ウェハにも同様の異物（あるいは虚偽）があつたときには、それは虚偽であるとして異物信号は出力されなくなる。

ここで、異物メモリ38は異物座標を記憶しておくものである。記憶しておく座標が、枚目1（最初）に検査したウェハのものであるならば、第7回に示す構成で良いが、直前に検査したウェハのものを使用するのであれば、異物メモリをもう1組用意する必要がある。つまり検査中のウェハの異物座標（ $\epsilon_x, \epsilon_y$ 出力）をもう1組の異物メモリに記憶しながら、異物メモリの内容と比較する。次のウェハを検査する場合には異物メモリを入れ替え、異物座標を異物メモリに記憶しながらもう1組の異物メモリの内容と比較する。

上述の方法は、検査中に異物を検出する毎に判定を行なっているが、検査終了後に一括して判定することもできる。例えば前回検査した異物座標を異物メモリ38に記憶し、今回検査した異物座標をもう1組の異物メモリに記憶する。

. 16.

本発明によれば、テストパターンやライメントパターンのようだ、欠陥（異物あるいはパターン欠陥）に類似した形状のものが存在しても、それらを欠陥と誤検出することなしに、回路パターン内の最小な欠陥のみの検出を高感度かつ安定に行なうことのできる。このため、検査の自動化が容易になる。

尚、本発明はウェハに限らず、ホトマスクやレザカル等の他の製品の検査にも適用可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る異物検査装置の構成図、第2図は検出信号処理説明図、第3図はウェハ位置決め装置の一例を示す構成図、第4図はウェハの平面図、第5図及び第6図は第3図に示すウェハの部分拡大図、第7図は異物信号処理回路の詳細構成図、第8図は反射光と散乱光の説明図、第9図はパターンからの反射光の説明図、第10図は異物からの散乱光の説明図、第11図はレーザ光線射出方法説明図、第12

BEST AVAILABLE COPY

特許第62-89336(6)

図はパターン・異物分別性能の実験結果を示すグラフ、第14図及び第15図は矢々図と図に示す $\nu_g$ 及び $\nu_p$ の説明図、第16図は検査装置の側面構造図、第17図は走査説明図、第18図及び19図は矢々ウェハの部分並大半面図及び断面図、第20図はウェハ上のパターン・異物の一方向の分布図、第21図は検出信号及び欠陥信号の波形図、第22図はウェハの断面平面図である。

43,44 … 検査回路

45,46 … 比較回路

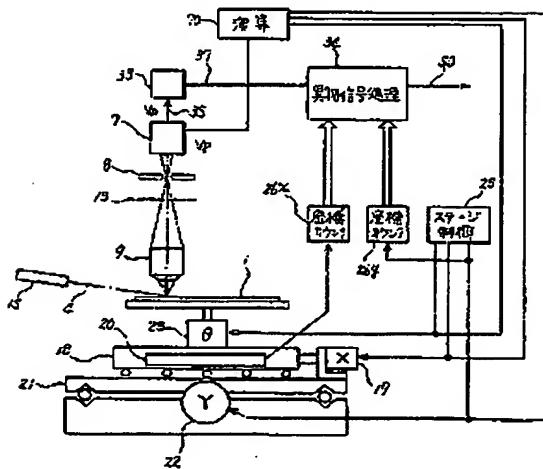
1 … ウェハ	2 … パターン
3 … 異物	4 … 照明光
5 … 反射光	6 … 散乱光
7 … 光電変換素子	8 … スリット
9 … 対物レンズ	13 … 検光子
10 … テストパターン	17 … 回路パターン
15 … Xステージ	18 … X用モーター
20 … ボジションセンサ	21 … Yステージ
22 … Y用モーター	23 … Z用モーター
29 … 亂反射ランプ	26 … イメージセンサ
33 … 2値化回路	24 … 異物信号処理回路
38 … 開閉メモリ	39,42 … ラッタ

代理人弁理士 小川敏男

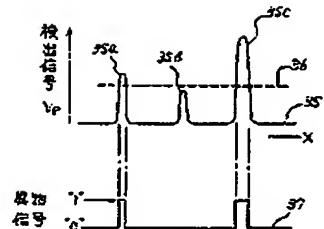
.19.

.20.

第1図



第2図

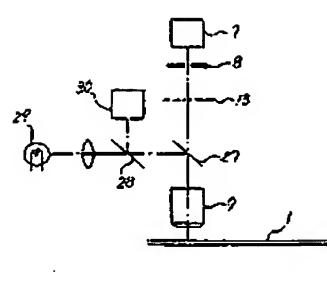


-166-

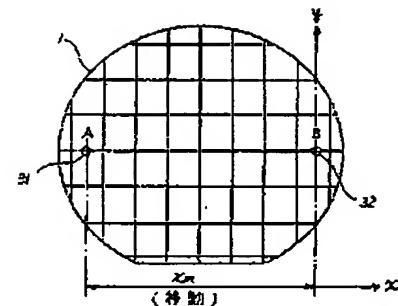
BEST AVAILABLE COPY

特開昭62-99336 (7)

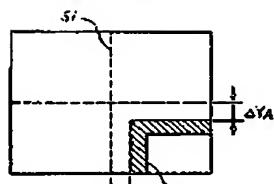
第3図



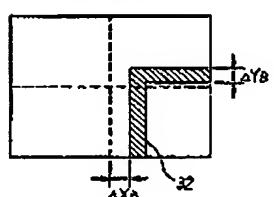
第4図



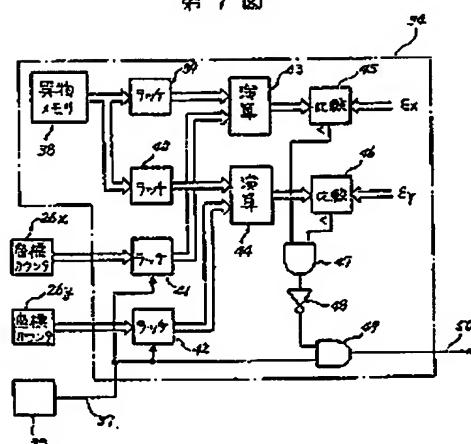
第5図



第6図

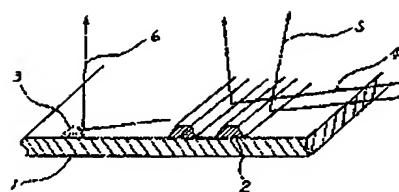


第7図

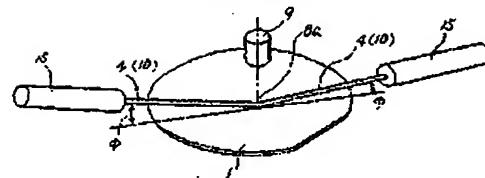


特開昭62-89336(8)

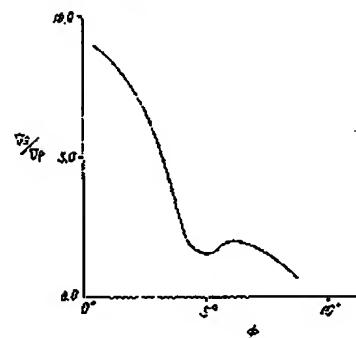
第 8 図



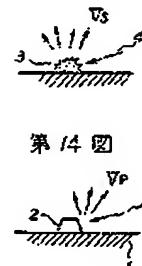
第 11 図



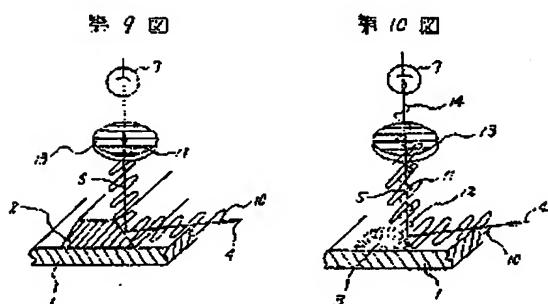
第 12 図



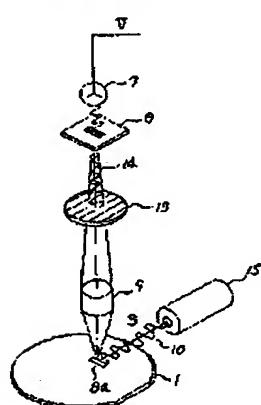
第 13 図



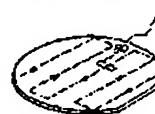
第 14 図



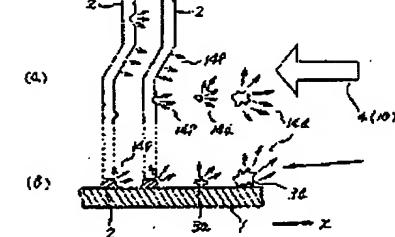
第 15 図



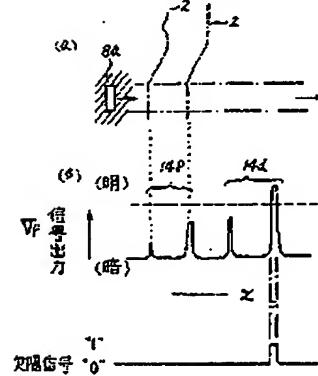
第 16 図



第 17 図



第 18 図

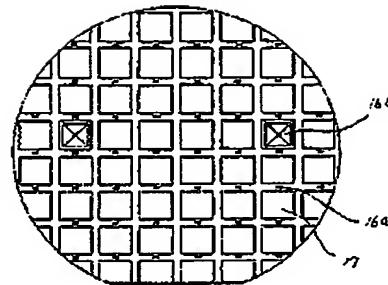


-168-

BEST AVAILABLE COPY

特開昭62-89338 (G)

図 19



—169—

BEST AVAILABLE COPY

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**